

Прахт В.А., аспирант

Гоман В.В., аспирант

Научный руководитель Иваницкий С.В., доц., канд. техн. наук

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ИНДУКЦИОННЫХ МАШИН

Задача оптимального проектирования ЛИМ состоит в том, чтобы среди множества реально возможных вариантов проекта отобрать один наилучший по заданному критерию. Преимущество этого варианта перед всеми остальными определяется количественной оценкой наиболее важного параметра (группы параметров) машины, называемого критерием оптимальности. Этот критерий для оптимального проекта должен принимать максимально (минимально) возможное значение при заданных ограничениях. Критерий оптимальности часто называется целевой функцией.

Поскольку ЛАД являются специальными электрическими машинами, их разработка и производство производятся сравнительно небольшими сериями. При этом вместо обобщенных показателей удобнее принимать частные критерии оптимальности, отражающие лишь наиболее характерные требования к создаваемому электроприводу, например: произведение КПД на коэффициент мощности, отношение мощности двигателя к площади активной поверхности (удельная мощность), отношение мощности к массе двигателя (или индуктора), или аналогичные им показатели «сила-мощность», удельное усилие, «сила-масса» и т.д..

При проектировании ЛИМ целевые функции оптимизации, как правило, не имеют явной функциональной зависимости с конструктивными размерами и другими параметрами оптимизации, поэтому в данном случае затруднительно применять классические аналитические методы поиска оптимума.

При решении задачи оптимизации проектирования ЛИМ требуется сравнительная оценка поисковых методов оптимизации многопараметрических нелинейных систем. Правильный выбор метода позволяет получить решение задачи с минимальными временными затратами, а в некоторых случаях дает единственную возможность решения вообще. Однако сравнительный анализ методов сложен из-за отсутствия универсального критерия их оценки. Попытка сравнительного анализа основных поисковых методов, исходя из опыта их применения в проектировании электрических машин, сделана в литературе. Наиболее распространенными в задачах целочисленного программирования, когда параметры оптимизации варьируются дискретно, являются методы динамического программирования и методы упорядоченного перебора процесса поиска глобального максимума (минимума). Однако при большом числе параметров оптимизации (а при оптимизации линейной индукционной машины число переменных может быть значительным, например - 6) пространство поиска возрастает настолько, что существенной становится проблема времени вычислений, соответствующего одной точке поиска.

Основные трудности применения классических методов оптимизации нелинейных функций (которой является модель ЛИМ) связаны с проблемами отыскания глобального экстремума и так называемого «проклятия размерности» (большое время поиска глобального оптимума). Попытки преодоления указанных трудностей привели к созданию теории генетических алгоритмов. Генетический алгоритм представляет собой метод для решения задач оптимизации, который основан на естественном отборе, т.е. представляет собой некую аналогию биологического процесса эволюции. На каждом шаге генетического алгоритма производится вероятностный отбор неких индивидуальностей (возможных решений задачи) из текущего родительского поколения и далее производится последующее дочернее поколение. Через последовательный отбор поколений проходит "эволюция" продвижения к оптимальному решению. Генетический алгоритм можно применять для разнообразных задач оптимизации, которые не всегда удачно подходят для решения при помощи стандартных оптимизационных алгоритмов, и в первую очередь данный метод используется при решении задач, когда целевая функция является прерывистой, недифференцируемой, стохастической или нелинейной. На рис.1 изображена упрощенная блок-схема генетического алгоритма.

Алгоритм вычислений



Рис.1. Упрощенная блок-схема генетического алгоритма

В качестве математической модели объекта оптимального проектирования взята модель на основе детализированных схем замещения, которая используется главным образом для исследования асинхронных двигателей с разомкнутым магнитопроводом. В соответствии с принятой методикой индукционная машина сводится к совокупности трех детализированных схем замещения: магнитной цепи, первичной электрической цепи и вторичной электрической цепи. Расчетная модель реализована в виде программного комплекса в среде MatLab7. В качестве алгоритма оптимизации выбран генетический алгоритм. Исследовался двигатель с разомкнутым магнитопроводом SL5-270.

Варьируемые параметры: ширина паза индуктора, глубина паза индуктора, ширина зубца индуктора, число эффективных проводников в пазу индукто-

ра, глубина паза вторичного элемента, ширина паза вторичного элемента. Диапазон изменения параметров-15% от номинального. Возможное число значений по каждой переменной равно десяти. Критерий оптимальности (целевая функция) – пусковое усилие. На рис.2 показан график наилучшего (best) и среднего (mean) значения целевой функции (fitness value) с первого по сотое поколение (generation).

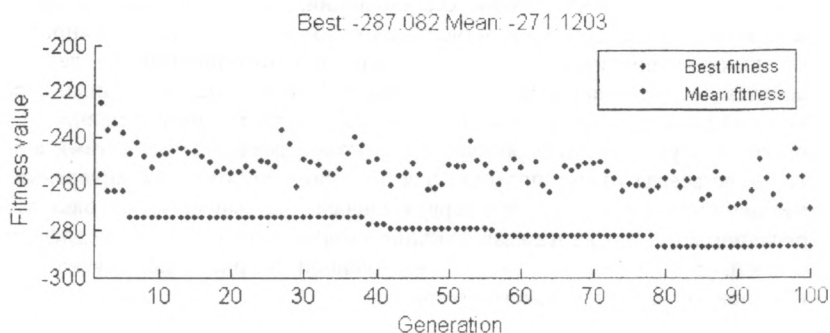


Рис.2. Значения целевой функции

Как видно из графика, в результате процедуры оптимизации, варьируя конструктивные параметры линейного индукционного двигателя, удалось увеличить значение пускового момента на 8% по сравнению с начальным.